

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à compléter par le candidat et à remettre avec la copie.

**CHIMIE (7 points)**

**Exercice 1 (4 points)**

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est  $K_e = 10^{-14}$ . On dispose, au laboratoire de chimie, d'une solution aqueuse (S<sub>1</sub>) d'un monoacide A<sub>1</sub>H et d'une solution aqueuse (S<sub>2</sub>) d'un monoacide A<sub>2</sub>H de concentrations molaires respectives C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>.

Pour déterminer la nature (fort ou faible) de chacun de ces deux acides et comparer leurs forces relatives, on dose séparément, un volume V<sub>1</sub> = 32 mL de (S<sub>1</sub>) et un volume V<sub>2</sub> = 10 mL de (S<sub>2</sub>) par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration molaire C<sub>B</sub> = 0,05 mol.L<sup>-1</sup>.

A l'aide d'un pH-mètre, on suit, dans chaque cas, l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V<sub>B</sub> de la solution d'hydroxyde de sodium ajoutée. Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes (1) et (2) de la figure 1, sur lesquelles sont indiqués les points d'équivalence acido-basique E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> correspondants. La courbe (1) correspond au dosage du volume V<sub>1</sub> de (S<sub>1</sub>).

- 1- a- En exploitant les courbes de la figure 1, justifier que A<sub>1</sub>H et A<sub>2</sub>H sont deux acides faibles.
- b- Déterminer graphiquement, la valeur du pK<sub>a</sub> de chacun des couples acide-base auxquels appartiennent les acides A<sub>1</sub>H et A<sub>2</sub>H.
- c- Comparer, en le justifiant, les forces de ces deux acides.
- 2- a- Définir l'équivalence acido-basique.
- b- Déterminer les valeurs des concentrations molaires C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> des deux solutions (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>).
- 3- a- Comparer, graphiquement, les valeurs des pH initiaux des solutions (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>).
- b- Confirmer alors, la comparaison faite dans la question 1-c.

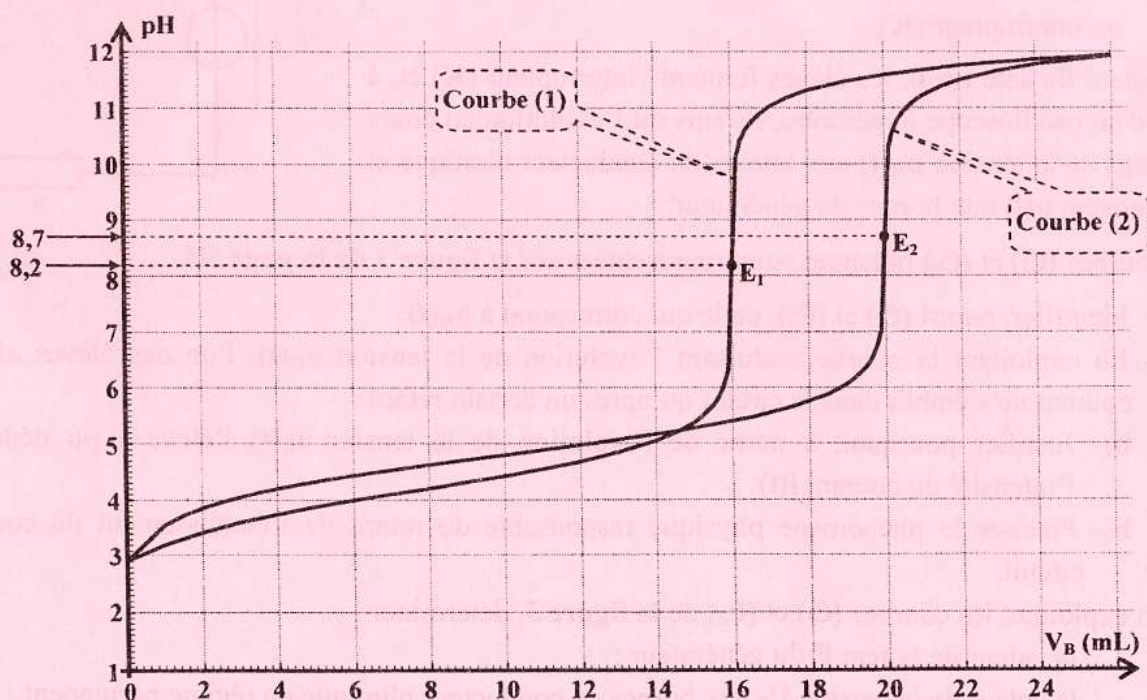
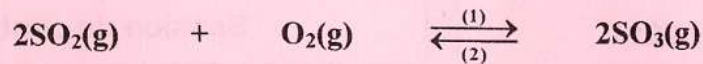


figure 1



### Exercice 2 (3 points)

La réaction de synthèse du trioxyde de soufre  $\text{SO}_3$ , étape importante dans la préparation industrielle de l'acide sulfurique, est exothermique. Elle est symbolisée par l'équation :



Considérons un système chimique fermé, contenant initialement 4 mol de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et 2 mol de dioxygène ( $\text{O}_2$ ).

- 1- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.
- 2- Sous une pression  $P = 1 \text{ bar}$  et à une température  $\theta_1$ , la quantité de dioxyde de soufre restant à la fin de la réaction est :  $n(\text{SO}_2)_f = 0,6 \text{ mol}$ .
  - a- Déterminer la composition molaire finale du système chimique étudié.
  - b- Calculer la valeur du taux d'avancement final  $\tau_{f_1}$  de la réaction de synthèse du trioxyde de soufre à la température  $\theta_1$ .
  - c- En déduire si cette réaction est totale ou limitée.
- 3- En maintenant la pression  $P$  constante, on amène la température du système chimique précédent, de la valeur  $\theta_1$  à une valeur  $\theta_2 > \theta_1$ . Comparer, en le justifiant, la valeur de  $\tau_{f_2}$  à celle de  $\tau_{f_1}$ . ( $\tau_{f_2}$  étant le taux d'avancement final de la réaction de synthèse du trioxyde de soufre à la température  $\theta_2$ )

### PHYSIQUE (13 points)

#### Exercice 1 (6,5 points)

Un groupe d'élèves parvient à extraire, d'un poste de télévision usagé, un condensateur et une bobine et décide, lors d'une séance de travaux pratiques, de déterminer les grandeurs caractéristiques de ces deux dipôles. Pour ce faire, les élèves procèdent comme suit :

#### 1- Détermination de $L$ et $r$

Pour déterminer les valeurs de l'inductance  $L$  et de la résistance  $r$  de la bobine, les élèves réalisent le circuit de la figure 2. Ce circuit comporte, montés en série :

- la bobine ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R = 48 \Omega$  ;
- un générateur de tension idéal de fem  $E$  ;
- un interrupteur ( $K$ ).

A l'instant de date  $t = 0$ , les élèves ferment l'interrupteur ( $K$ ) et, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, ils suivent l'évolution au cours du temps de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique et de la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur.

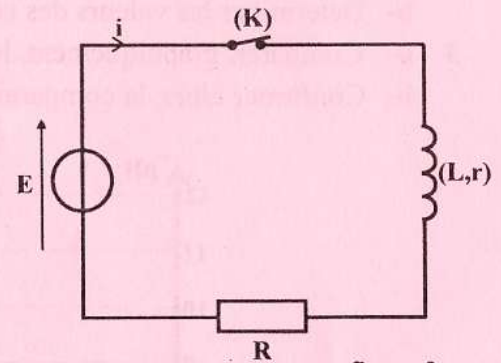


figure 2

Les courbes ( $\mathcal{C}_1$ ) et ( $\mathcal{C}_2$ ) obtenues, sont représentées sur la figure 3 de la page 5/5.

- 1-
  - a- Identifier, parmi ( $\mathcal{C}_1$ ) et ( $\mathcal{C}_2$ ), celle qui correspond à  $u_R(t)$ .
  - b- En exploitant la courbe traduisant l'évolution de la tension  $u_R(t)$ , l'un des élèves affirme que le courant ne s'établit dans le circuit qu'après un certain retard.
    - b1- Justifier pourquoi, à partir de l'évolution de la tension  $u_R(t)$ , l'élève a pu déduire celle de l'intensité du courant  $i(t)$ .
    - b2- Préciser le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit.
- 2- En exploitant les courbes ( $\mathcal{C}_1$ ) et ( $\mathcal{C}_2$ ) de la figure 3, déterminer :
  - la valeur de la fem  $E$  du générateur ;
  - la valeur de la tension  $U_0$  aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent ;
  - la valeur de la constante de temps  $\tau$  du circuit.



3- a- Montrer que la résistance  $r$  de la bobine s'exprime par :  $r = R \left( \frac{E}{U_0} - 1 \right)$ . Calculer sa valeur.

b- En déduire la valeur de  $L$ .

## II- Détermination de $C$

Pour déterminer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur, les élèves chargent ce dernier à l'aide du générateur de tension idéal de fem  $E$  puis, à un instant pris comme origine des temps, ils enregistrent à l'aide d'un dispositif approprié, l'évolution temporelle de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur lors de sa décharge dans la bobine précédemment étudiée. La courbe enregistrée est représentée sur la **figure 4**.

1- Donner un schéma du montage réalisé par les élèves.

2- Nommer le régime des oscillations obtenues dans la **figure 4**.

3- a- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période  $T$ .

b- En admettant que  $T$  est égale à la période propre  $T_0$  de l'oscillateur, déterminer la valeur de  $C$ .

4- Les courbes de la **figure 5**, traduisent l'évolution au cours du temps de l'énergie électrique  $E_c$  emmagasinée par le condensateur, de l'énergie magnétique  $E_L$  emmagasinée par la bobine et de l'énergie totale  $E = E_c + E_L$  emmagasinée par l'oscillateur électrique.

L'origine des temps étant la même pour toutes les courbes des **figures 4 et 5**.

a- Donner l'expression de  $E_c$  en fonction de  $C$  et  $u_c$ , ainsi que celle de  $E_L$  en fonction de  $L$  et de l'intensité  $i$  du courant traversant le circuit.

b- Identifier les trois courbes de la **figure 5**, en ne justifiant que l'identification de la courbe traduisant l'évolution de  $E_c$ .

c- Préciser la cause de la décroissance de l'énergie totale  $E$  de l'oscillateur électrique.

d- Déterminer la valeur de l'énergie dissipée pendant les quatre premières millisecondes.

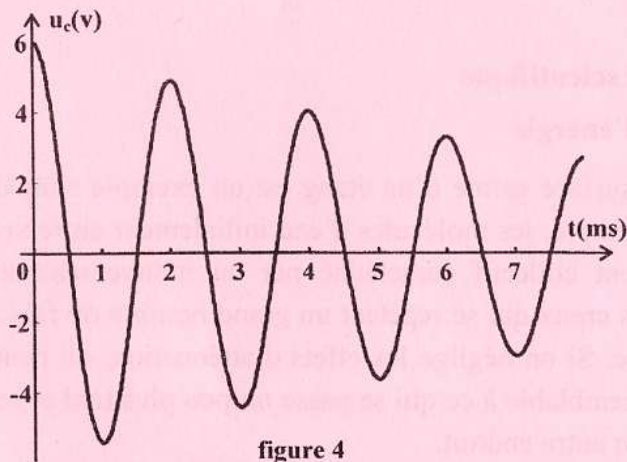


figure 4

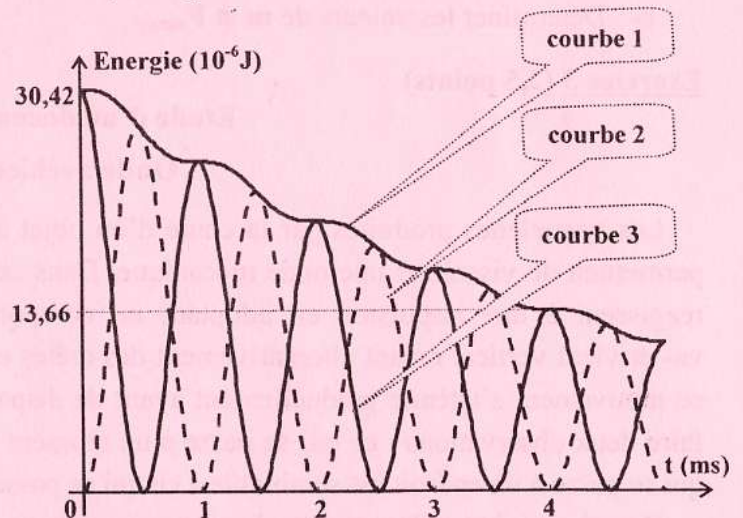


figure 5

## Exercice 2 (4 points)

Le pendule élastique de la **figure 6** est constitué d'un solide (S) de masse  $m$  et de centre d'inertie  $G$ , attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, d'axe horizontal, de masse négligeable et de raideur  $k = 12 \text{ N.m}^{-1}$ . L'autre extrémité du ressort est reliée à un support fixe.

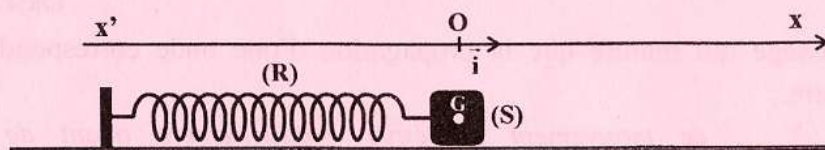


figure 6

A l'équilibre, le centre d'inertie  $G$  de (S) coïncide avec l'origine  $O$  du repère  $(O, \vec{i})$ .

A l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur (S) une force excitatrice  $\vec{F}(t) = F_{\max} \sin(2\pi Nt + \frac{\pi}{2}) \vec{i}$ ,

d'amplitude  $F_{\max}$  constante et de fréquence  $N$  réglable.



Au cours de son mouvement, (S) est soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force  $\vec{f} = -h\vec{v}$ , où  $h$  est le coefficient de frottement et  $\vec{v}$  est la vitesse instantanée du centre d'inertie  $G$  de (S). On donne  $h = 59,7 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ .

La position de  $G$  est, à chaque instant, repérée par son abscisse  $x(t)$  dans le repère  $(O, \vec{i})$ .

L'équation différentielle régissant les oscillations de  $G$  est donnée par :  $m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = F(t)$ .

Cette équation admet une solution de la forme :  $x(t) = X_{\max} \sin(2\pi Nt + \varphi_x)$ .

On ajuste la fréquence de la force excitatrice à une valeur  $N_1 = 2 \text{ Hz}$ , puis on enregistre, à l'aide d'un dispositif approprié, l'évolution au cours du temps de la valeur instantanée  $T(t) = T_{\max} \sin(2\pi N_1 t + \varphi_T)$  de la tension du ressort. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 7**.

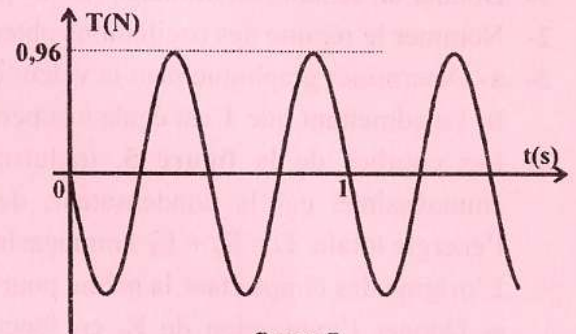


figure 7

- 1- a- En exploitant la courbe de la **figure 7**, déterminer la valeur de l'amplitude  $T_{\max}$  ainsi que celle de la phase initiale  $\varphi_T$  de la tension  $T(t)$ .  
b- En déduire les valeurs de  $X_{\max}$  et  $\varphi_x$ .
- 2- a- Compléter, à l'échelle  $0,1 \text{ N} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$ , la construction de Fresnel de la **figure 8 de la page 5/5**, qui correspond à l'équation décrivant l'état de l'oscillateur pour  $N = N_1$ .  
b- En déduire que l'oscillateur est le siège d'une résonance de vitesse.  
c- Déterminer les valeurs de  $m$  et  $F_{\max}$ .

### Exercice 3 (2,5 points)

#### Etude d'un document scientifique

##### Onde : véhicule d'énergie

Les vaguelettes produites par la chute d'un objet à la surface calme d'un étang est un exemple simple permettant de visualiser une onde mécanique. Dans cet exemple, les molécules d'eau initialement au repos réagissent à une impulsion en adoptant un comportement collectif caractérisé par un mouvement de va-et-vient vertical créant alternativement des crêtes et des creux qui se répètent un grand nombre de fois ; ce mouvement s'atténue graduellement avant de disparaître. Si on néglige les effets d'atténuation, on peut faire deux observations : ce qui se passe à un moment est semblable à ce qui se passe un peu plus tard et ce qui se passe à un endroit est semblable à ce qui se passe à un autre endroit.

Dans le cas des ondes sonores, le mouvement de va-et-vient du fluide transmettant le son est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

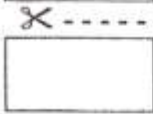
Dans ces deux exemples, il faut soigneusement distinguer le mouvement de la matière, qui reste sur place, de la propagation de l'onde et donc du transport d'énergie qui affecte de grandes distances.

*D'après un extrait d'un article de Bernard Pire (directeur de recherche au C.N.R.S)  
Encyclopédie Universalis*

- 1- Relever du texte un passage qui montre que la propagation d'une onde correspond à un transport d'énergie et non de matière.
- 2- On lit dans le texte : " ... ce mouvement s'atténue graduellement avant de disparaître. " Préciser la cause principale de cette atténuation.
- 3- Une onde est caractérisée par une double périodicité (une périodicité temporelle et une périodicité spatiale). Dégager du texte un passage qui le prouve.
- 4- Parmi les deux exemples d'onde cités dans le texte, préciser celui qui correspond à une onde longitudinale. Justifier.

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....  
Nom et Prénom : .....  
Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants  
.....  
.....



Épreuve de sciences physiques (sciences techniques)

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie

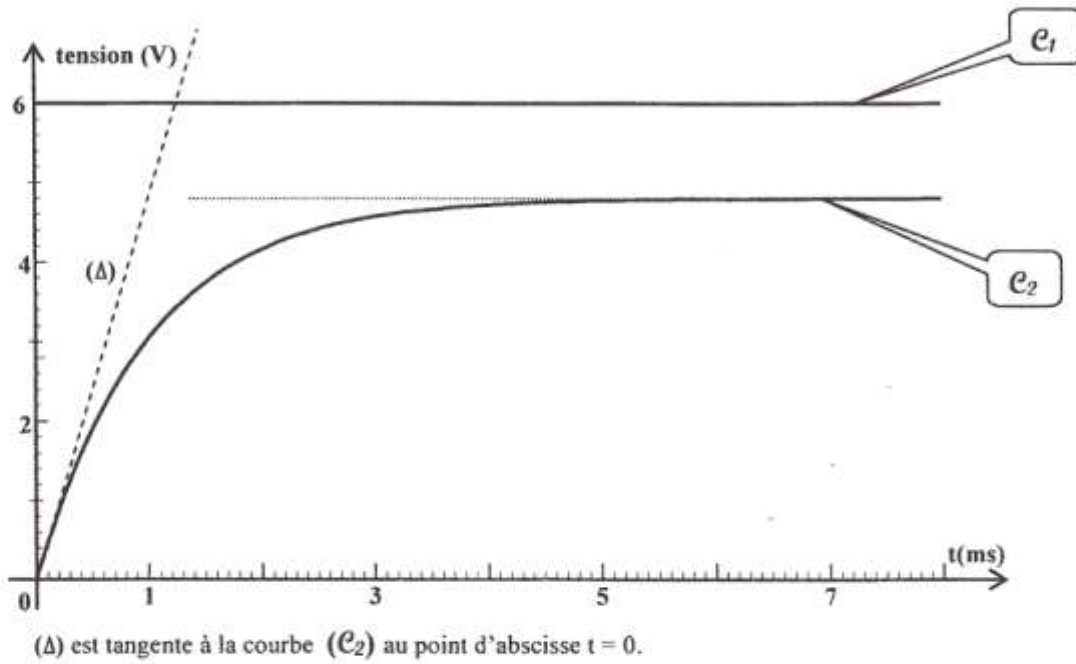


figure 3

Echelle : 0,1 N ↔ 1 cm

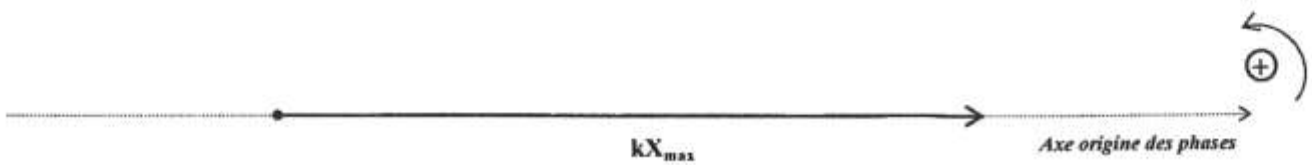


figure 8